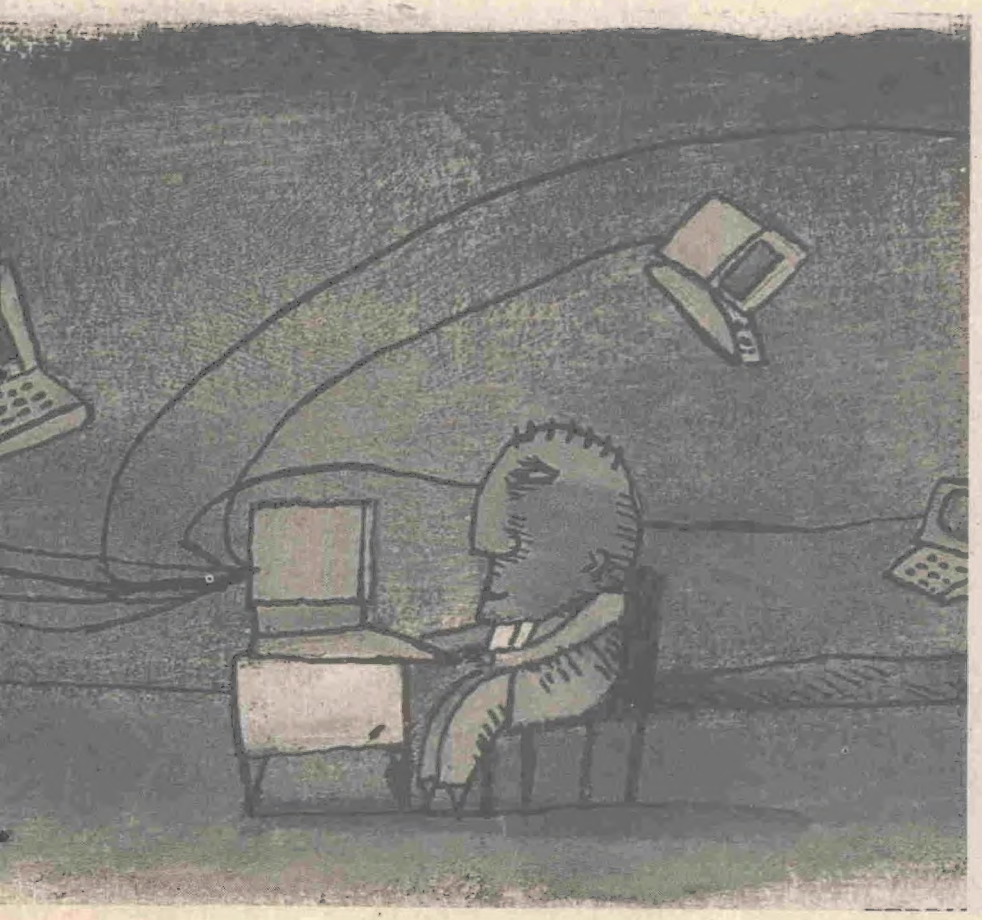
Bus Technology

ยืน ภู่วรวรรณ

รวมระบบบัส บนไมโครคอมพิวเตอร์ ให้เป็นหนึ่ง

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ทำให้วงการคอมพิวเตอร์ ปฏิวัติระบบบัสให้ทันยุค และมีประสิทธิภาพเยี่ยม



ในวารสารไมโครคอมพิวเตอร์ ฉบับที่ 57 ได้มีการกล่าวถึงเส้นทางการเปลี่ยนแปลงของระบบบัส ซึ่งเดิมใช้ในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แบบเอกซ์ทีและขยายมาเป็นเอทีแบบ 16 บิต ขณะที่เป็นเอที 16 บิตใช้ซีพียู 80286 มีการขยายระบบบัสจากบัสขนาด 62 ขาของไอบีเอ็มที่เรียกว่า เอกซ์บัสออกไป โครงสร้างของเอทีบัสจึงขยายบัสข้อมูลและแอดเดรสออกไปให้รองรับการทำงานกับซีพียูตัวใหม่คือ 80286 (ในขณะนั้น) ครั้นพัฒนาการทางด้านคอมพิวเตอร์ได้ก้าวหน้าขึ้นมาหนทางการขยายขีดความสามารถจึงต้องกระทำกัน ระบบบัสเป็นทางออกที่สำคัญที่จะต้องเปลี่ยนแปลง เพราะการเพิ่มต่ออุปกรณ์อินเตอร์เฟสใดจะต้องผ่านทางบัสนี้เข้าสู่ระบบ ระบบการเชื่อมต่อที่ทำแบบสล้อตส่งสัญญาณลงบัสจึงต้องได้รับการออกแบบให้เป็นพิเศษ เพื่อการทำงานของคอมพิวเตอร์จะได้ขยายขีดความสามารถออกไปอีกมาก

ทำไมต้องเปลี่ยนแปลงระบบ

เหตุผลของการขยายระบบมีมากมายและทำไมต้องทำการเปลี่ยนแปลงระบบบัสและการเชื่อมต่อบนสล้อต สาเหตุเพราะเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าทำให้การทำงานของคอมพิวเตอร์ขยายการใช้งานอย่างกว้างขวาง มีการสร้างอุปกรณ์ประกอบที่ใส่ลงในสล้อตมากมายหลายแบบ เช่น อุปกรณ์ทางด้านไอโอ อุปกรณ์การแสดงผลด้วยภาพและกราฟิก อุปกรณ์ตัวเก็บข้อมูลจำนวนมาก อุป-

กรณ์เชื่อมต่อระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ฯลฯ อุปกรณ์เหล่านี้ต้องส่งสัญญาณเชื่อมต่อเข้ากับระบบซีพียูผ่านทางบัส ดังนั้นถ้าระบบบัสดีการเชื่อมต่อจะมีโปรโตคอลเชื่อมโยงกันได้ง่าย มีประสิทธิภาพ ความเร็ว และขยายระบบตามการประยุกต์ต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

16 บิตไป 32 บิต

การเปลี่ยนแปลงซีพียูจาก 16 บิต ไปเป็น 32 บิตนี้ ทำให้บัสต้องมีการเปลี่ยนแปลงแน่นอน ถ้าโครงสร้างซีพียูเปลี่ยนแปลงไป เช่น เมื่อซีพียูเปลี่ยนจาก 80286 ไปเป็น 80386 และ 80486 ระบบการอ้างอิงหน่วยความจำก็เปลี่ยนแปลงไป มีโหมดต่าง ๆ เกิดขึ้นอีก ระบบบัสแอดเดรสมี 32 เส้น บัสข้อมูลมี 32 เส้น แต่หากจะนำซีพียู เช่น 386, 486 มาใช้กับบัสแบบเอทีก็ได้ แต่เท่ากับว่าเป็นการลดขีดความสามารถ 32 บิต มาเหลือ 16 บิต นอกจากนี้ความเร็วของซีพียูก็มีผลต่อบัส เช่น เมื่อซีพียูใช้ได้กับสัญญาณนาฬิกาที่สูงขึ้นเป็น 33 เมกะเฮิรตซ์ ระบบสัญญาณที่อยู่บนบัสก็ต้องใช้ได้ แต่บัสที่ออกแบบเดิมถ้าไม่คำนึงถึงเรื่องนี้ให้ดีจะเกิดการ cross talk ของสัญญาณ และเกิดการผิดเพี้ยนของสัญญาณไปมาก ทำให้ส่งสัญญาณความเร็วสูงผ่านบัสไม่ได้ การออกแบบบัสต้องทำให้ได้แบนด์วิดธ์สูง เช่น MCA และ EISA ได้ออกแบบปรับปรุงขึ้นมา เพื่อให้ใช้ได้กับซีพียูรุ่นใหม่คือ 80386, 80486 แนวทางการออกแบบจึงต้องแข่งขันกัน ไอบีเอ็มพัฒนา MCA และใช้ในคอมพิวเตอร์ตระกูล PS/2 ส่วนกลุ่มผู้ผลิตคอมพิวเตอร์อื่นรวมกันพัฒนา EISA คือการขยายต่อบัสเดิมของเอทีออกไปนั่นเอง

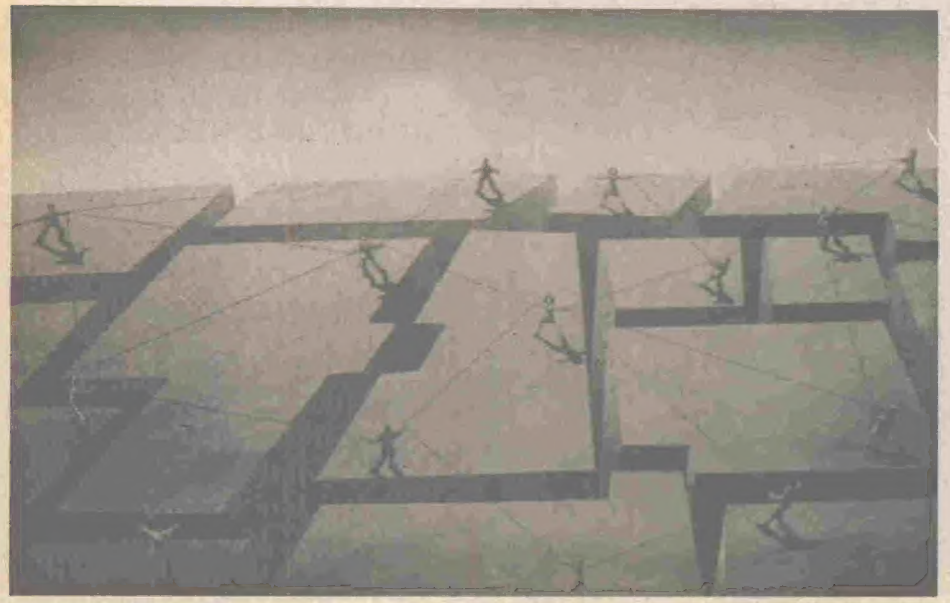
คุณสมบัติของบัสที่ดี

บัสที่พัฒนาในยุคแรกที่ขยายแขนงออกมาเป็น MCA, EISA ได้พัฒนาให้ใช้ได้กับดีเอ็มเอได้สูงสุดตามสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ได้ขณะนั้น คือ 33 เมกะเฮิรตซ์ ดังนั้นจึงสามารถถ่ายเทข้อมูลแบบดีเอ็มเอได้สูงถึง 33 เมกะไบต์ต่อวินาที การถ่ายเทความเร็วสูงนี้ต้องให้สัญญาณไม่มีปัญหา มูลเหตุของการใช้ดีเอ็มเอความเร็วสูงก็เพราะว่า ขณะนั้นเริ่มมีอุปกรณ์พิเศษ เช่น สแกนเนอร์ อุปกรณ์เก็บข้อมูลจำนวนมากที่ต้องเรียกใช้ข้อมูลระหว่างอุปกรณ์กับหน่วยความจำที่เป็นไปอย่างรวดเร็ว แม้แต่ฮาร์ดดิสก์ก็ต้องการความเร็วในการอ่านเขียนข้อมูลสูงขึ้นด้วย ดังนั้นบัสที่ดีต้องมีการสนับสนุนการส่งถ่ายสัญญาณความเร็วสูงและมีโปรโตคอลง่าย

ยุคของ MCA และ EISA

การแสดงกราฟิกแบบอะเรย์ของรูปภาพความละเอียดสูงและมีจำนวนเพลนสีมาก จำเป็นต้องมีการย้ายข้อมูลระหว่างการ์ดแสดงผลกับหน่วยความจำหลัก หรือซีพียูต้องเข้าไปเปลี่ยนแปลงข้อมูลในการ์ด VGA ความต้องการในการโอนถ่ายข้อมูลระหว่างบัสของระบบกับ VGA มีความสำคัญที่จะต้องออกแบบให้ดี ทำให้ในยุคนี้อุปกรณ์แสดงผล VGA เป็นที่นิยมกันมากขึ้น

ในยุคหลังการแสดงผลด้วยภาพมีการเพิ่มความละเอียดและจำนวนสีให้มากยิ่งขึ้น ข้อมูลและความเร็วยิ่งต้องมากขึ้น การถ่ายเทข้อมูลบนบัสยิ่งมีความสำคัญ การแสดงผลข้อมูลแบบวินโดว์มีการเคลื่อนย้ายเปลี่ยนแปลงข้อมูลจำนวนมาก ความเร็วของการทำงานบนโปรแกรมวินโดวส์เหล่านี้จะไปได้อีกไกล ถ้าระบบการจัดการถ่ายโอนข้อมูลมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุนี้เองความจำเป็นของการพัฒนาบัสจึงต้องทำให้ดีขึ้นไปอีก



ระบบเครือข่ายมีบทบาทมากขึ้น

การเพิ่มขึ้นของการใช้คอมพิวเตอร์ทำให้มีความจำเป็นที่จะเชื่อมโยงเข้าหากัน การเชื่อมโยงเข้าหากันในระบบแลนยังใช้ความเร็วไม่สูง แลนตามมาตรฐาน 802.3 ใช้ความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูลกันเพียง 10 เมกะบิต แต่ความเร็วขนาด 10 เมกะบิตก็มีผลต่อการใช้บัส เพราะบนระบบไมโครคอมพิวเตอร์มีการใช้งานส่งถ่ายข้อมูลหลายอย่างจากฮาร์ดดิสค์กับหน่วยความจำจากอินพุตเอาต์พุตต่าง ๆ หรือแม้แต่การแสดงผล การที่มีอุปกรณ์เชื่อมต่อไปยังระบบบัสจำนวนมาก การออกแบบบัสอาจแยกเป็นบัสหลายชุด การเชื่อมโยงแต่ละบัสเข้าหากันในระดับชั้นต่าง ๆ ก็เป็นเรื่องที่ผู้พัฒนาให้ความสำคัญ การวางโครงร่างบัสจึงเสมือนการวางถนนสายหลักในระบบคอมพิวเตอร์ อาจมีสายประธานที่เรียกว่า บัสมาสเตอร์ มีบัสระดับรองลงไปเป็นถนนสายรอง มีการแบ่งอุปกรณ์หรือส่วนติดต่อกันหลายแบบ เช่น จากจังหวัดหนึ่งไปยังอีกจังหวัดที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันอาจใช้เพียงแค่ถนนสายรองไม่จำเป็นต้องใช้ถนนสายหลัก เพื่อจะหลีกเลี่ยงปัญหารถมากบนถนนสายหลัก

มาตรฐานของอุปกรณ์

ธุรกิจไมโครคอมพิวเตอร์เป็นธุรกิจเครือข่ายกว้างขวางมาก การผลิตการ์ดหรืออุปกรณ์บางอย่างสามารถนำมาเสียบให้ใช้งานกับเครื่อง ๆ ใดก็ได้ การสร้างมาตรฐานทางสัญญาณให้ประจักษ์ชัด และมีลักษณะที่เข้าใจได้ง่าย ทำให้ขยายวงการผลิตอุปกรณ์พิเศษประกอบอื่น ๆ การออกแบบบัสจึงต้องทำให้การเชื่อมโยงเป็นไปได้ และที่สำคัญคือ ซีพียูจะอยู่บนเมนบอร์ด หรือจะให้ซีพียูอยู่บนบอร์ดที่เสียบที่สล้อต หรือให้ระบบมีหลายซีพียู ซีพียูมีหลายเบอร์ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะเป็นปัญหาที่ผู้ออกแบบมาตรฐานของสัญญาณต้องขบคิด

ลองนึกดูแนวคิดที่เป็นอุดมคติ เช่น สมมติว่าเราใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ 386 ซึ่งมีซีพียูอยู่บนเมนบอร์ด ต่อมาเทคโนโลยีได้ก้าวหน้าขึ้น มีการ์ดซีพียู 486 ขาย เรานำการ์ดนี้มาเสียบลงบนสล้อตก็สามารถเปลี่ยนเครื่องให้เป็น 486 ได้ โดยใช้อุปกรณ์อื่นบนเมนบอร์ดได้อย่างปกติ การควบคุมบัสมาอยู่บนการ์ดแทนที่จะอยู่บนเมนบอร์ด หรือบางทีเราหาการ์ดพิเศษที่ต่อเชื่อมกับวิดีโอเทป เพื่อนำภาพมาผสมกับตัวหนังสือ บนการ์ดมีซีพียู 68030 สัญญาณการส่งถ่ายข้อมูลระหว่างกันบนสล้อตก็ยังทำได้ เรื่องเหล่านี้เป็นเรื่องที่เป็นไปได้ถ้ามีการออกแบบระบบบัสให้ดี

แรงกดดันที่ต้องพัฒนาบัส

การนำภาพจากวิดีโอ โทรทัศน์ เสียงที่เป็นระบบสเตริโอโฟนิก ตลอดจนการเชื่อมโยงกับเครื่องจัดเก็บข้อมูลความจุสูง เช่น ซีดี กลายเป็นระบบมัลติมีเดีย ระบบมัลติมีเดียเป็นระบบที่ต้องใช้ความเร็วของบัสสูงมาก เพราะภาพวิดีโอแต่ละภาพมีข้อมูลจำนวนมาก ในหนึ่งวินาทีมีภาพประมาณ 20 ภาพ การประมวลผลข้อมูลภาพและเสียงด้วยเวลาจริงเช่นนี้จึงเป็นเรื่องที่ต้องเน้นความเร็ว การพัฒนาระบบ EISA หรือ MCA ก็ยังไม่ได้เน้นในตัวเทคโนโลยีนี้ เพราะขณะนั้นความก้าวหน้าเฉพาะการซีพียูก็ไปไกลแล้ว ระบบบัสจะต้องตามซีพียู 386 และ 486 ไปอีก การที่เทคโนโลยีวันนี้มีการประยุกต์งานด้านมัลติมีเดีย หนทางที่จะทำให้มัลติมีเดียประสบผลสำเร็จด้วยดี คือต้องการเครื่องที่มีขีดความสามารถสูงขึ้น มีเทคนิคการประมวลผลข้อมูลได้ดีขึ้น เทคนิคการบีดอัดข้อมูลภาพทางฮาร์ดแวร์เป็นเรื่องที่ได้พัฒนาไปไกลแล้ว การบีดอัดข้อมูลนี้กระทำบนอุปกรณ์ที่อยู่บนการ์ดอินเตอร์เฟสที่เชื่อมต่อกับบัสก็มีการส่งสัญญาณกับบัสเช่นกัน

VL บัส หนทางที่จะแก้ปัญหาในปัจจุบัน

ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2535 กลุ่มผู้ผลิตไมโครคอมพิวเตอร์ได้ร่วมกันพัฒนาระบบบัสใหม่ เพื่อรองรับการเพิ่มประสิทธิภาพคอมพิวเตอร์ให้บรรลุการทำงานที่ยุ่งยากซับซ้อนอีกมาก ระบบบัสดังกล่าวมีชื่อเต็ม ๆ ว่า VESA Local Bus โดยมีจุดมุ่งหมายของระบบบัส เพื่อตอบสนองการใช้อุปกรณ์หลักบนบัสได้มากหลายตัว แม้ว่าจะอยู่ในระดับบอร์ดด้วยตัวมันเอง สนับสนุนโครงสร้างระบบไมโครคอมพิวเตอร์แบบ 32 บิตแบบเต็มรูปแบบและลดการใช้ลงมาเหลือแบบ 16 บิตได้

ระบบ VL บัสยังมีจุดมุ่งหมายให้เป็นซูเปอร์เซตของระบบ MCA แบบ 112 ขา แบบ ISA แบบ EISA ที่ต่ออยู่บนเมนบอร์ด นอกจากนี้ยังสนับสนุนโครงสร้างการเชื่อมต่อกราฟิกอะเรย์ที่ใช้ในการแสดงผล ทำงานด้วยความเร็วได้จาก 16 เมกะเฮิรต์ถึง 66 เมกะเฮิรตซ์ และเตรียมไว้สำหรับการขยายระบบสำหรับอนาคตที่ขยายจาก 386 และ 486 ไว้

แนวความคิดของการส่งถ่ายข้อมูล

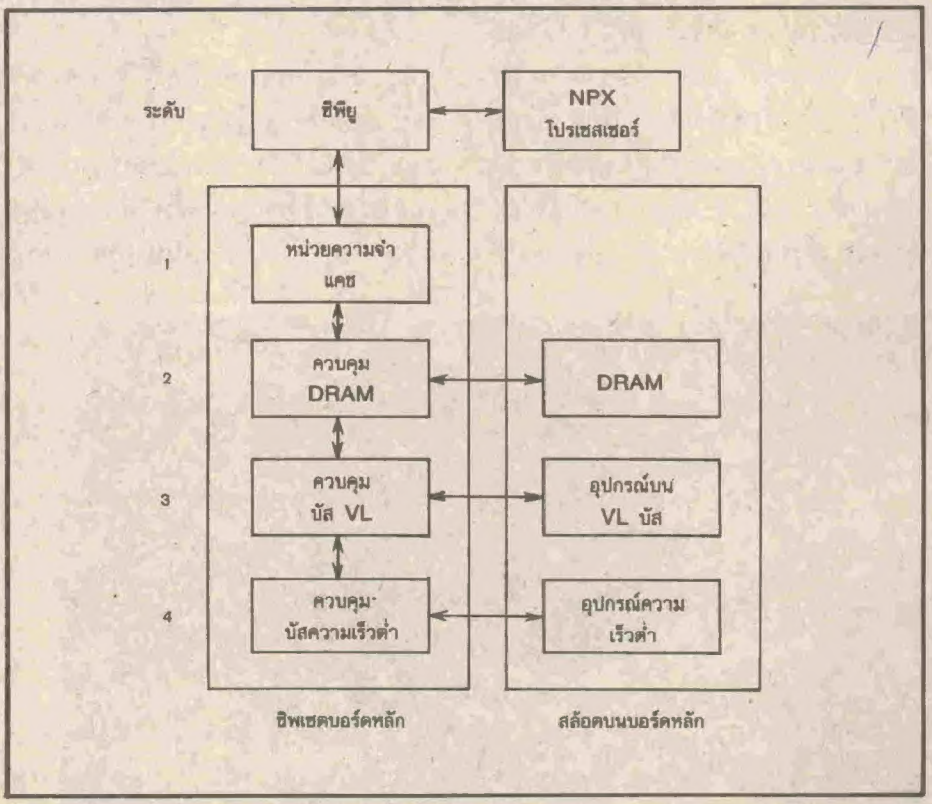
หากพิจารณาโครงสร้างการส่งถ่ายข้อมูลระหว่างหน่วยต่าง ๆ เช่น จากซีพียูไปยังหน่วยความจำหรืออินพุต-เอาต์พุต ผ่านช่องทางใดช่องทางหนึ่ง สิ่งที่พบเห็นคือต้องมีตัวใดตัวหนึ่งควบคุมการใช้บัส โดยหลักการบัสของระบบคอมพิวเตอร์ถูกควบคุมโดยซีพียู แต่บางจังหวะเช่นขณะทำดีเอ็มเอ ซีพียูจะปลดปล่อยการควบคุมนี้ออกให้อุปกรณ์อื่นเข้ามาควบคุมบัสแทน

ความคิดในการเชื่อมอุปกรณ์หลายอย่างเข้าในระบบ ขึ้นกับความเร็วของการส่งถ่ายข้อมูล เช่น ซีพียูอ่านข้อมูลจากแคชต้องทำให้เร็วที่สุด แต่บางอุปกรณ์ เช่นอุปกรณ์สื่อสารอนุกรม ซึ่งเป็นอินพุตเอาต์พุตอาจทำได้อย่างช้า ๆ ดังนั้นโครงสร้างของ VL บัส จึงนำความคิดนี้มาร่วมในการออกแบบโครงสร้างระบบบัสด้วย

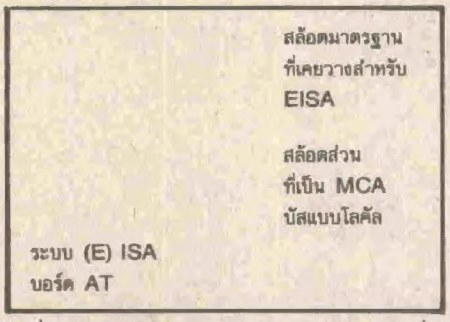
VL บัส แบ่งระดับขั้นตามความสำคัญ โดยมีการควบคุมกันเองเป็นระดับ มีการทำงานขนานกัน และหากเชื่อมโยงในระดับใดการควบคุมจะไม่เลยไปในอีกระดับหนึ่ง แต่มีการแบ่งการใช้สายแอดเดรสและสายข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ลักษณะการจัดแบ่งระดับแสดงได้ดังรูปที่ 1 ซีพียูจะอยู่ระดับบนสุด มีความสำคัญในการควบคุมบัส โดยไม่จัดอยู่ในระดับ ระดับหนึ่งคือ หน่วยความจำแคช ระดับสองคือ การควบคุมหน่วยความจำดีแรม ระดับสามคือ การควบคุมบัส VL และระดับสี่ คือ การควบคุมกับอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตความเร็วต่ำ

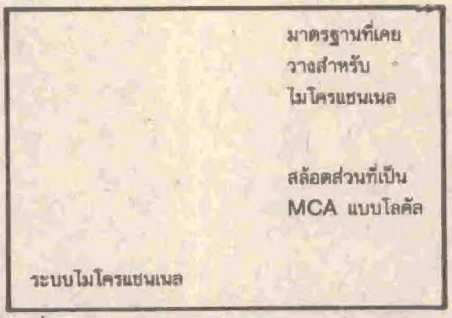
จากโครงสร้างดังกล่าวจะเห็นว่า บนบัสเดียวเมื่อเชื่อมต่อผ่านลงไปในสล้อตจะเสมือนแยกการควบคุมในส่วน DRAM ส่วน VL บัส และส่วนอุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตความเร็วต่ำ การออกแบบส่วน VL บัสจึงเป็นส่วนเพิ่มเข้าไปเป็นซูเปอร์เซตของระบบบัสเดิม การเชื่อมต่อกับบอร์ดจึงเป็นไปอย่างอิสระ



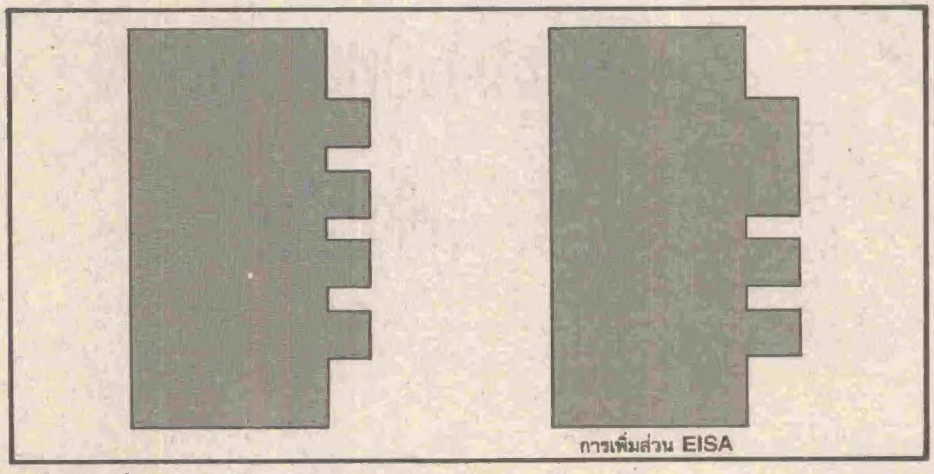
รูปที่ 1 โครงสร้างการแบ่งการควบคุมบัส



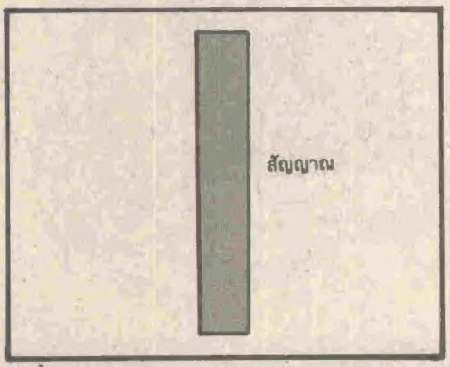
รูปที่ 2 โครงสร้างการจัดของสล้อตของบอร์ด AT ที่ขยายตามระบบ VL บัส



รูปที่ 3 โครงสร้างการจัดวางสล้อตของ PS/2 โมเดล 70 ที่ขยายต่อเป็น VL บัส



รูปที่ 4 การเพิ่มส่วนไมโครแชนเนลใน EISA บัส



รูปที่ 5 แสดงการกำหนดสัญญาณในส่วนของ VL บัส

ปรัชญาบัส VL ต้องใช้ของเดิมได้หมด

เนื่องจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ประกอบที่มีผู้ออกแบบไว้แล้วบนบัสแบบ ISA, EISA หรือ MCA มีมากมาย การออกแบบ VL บัสต้องนำเอาของเดิมมาใช้ได้หมด การกำหนดขนาดและรูปร่างของสล้อตและบอร์ดที่จะมาใช้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ได้

จากหลักการที่ทำให้คอมพิวเตอร์ต้องทำงานได้ทั้ง EISA และ MCA และมีส่วนการควบคุมที่แยกจากกัน โครงสร้างการจัดขาของสล้อตใน VL บัส จึงใช้ของ EISA และ MCA ผสมกัน รูปแบบการวาง VL บัส สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ในกลุ่มเอทีเดิมที่ใช้ EISA บัส ก็จะเพิ่ม MCA เข้าไป ส่วนรูปแบบของ MCA ก็จะเพิ่มส่วนพิเศษขยายต่อออกไปอีกเช่นกัน โครงสร้างการวางสล้อตแสดงดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3

สำหรับมาตรฐานบอร์ดที่จะใส่ลงไปจึงมีสองรูปแบบ ลองพิจารณาขนาดและรูปร่างดังรูปที่ 4

ส่วนสัญญาณในส่วนของบัส VL ที่เพิ่มเข้าไปจำนวน 112 ขา แสดงดังรูปที่ 5

อนาคตเป็นสิ่งที่ต้องรอดู

เนื่องจาก VL บัสเป็นบัสที่กำลังได้รับการนำเสนอให้ผู้ผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์นำมาออกใช้ อย่างไรก็ตามความสำเร็จน่าจะมีได้มากเพราะเมื่อผลิตแล้วเครื่องคอมพิวเตอร์ก็ยังคงใช้อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่มีอยู่แล้วได้เช่นกัน อนาคตเป็นสิ่งที่ต้องรอดูกันต่อไป